

**PENYELIDIKAN STRUKTUR BANGUNAN CAGAR  
BUDAYA PASAR JOHAR SEMARANG**  
**Proses Awal Pelaksanaan Rehabilitasi Bangunan Cagar Budaya**

***STRUCTURE INVESTIGATION OF THE CULTURAL  
HERITAGE BUILDING JOHAR MARKET AT SEMARANG***  
***The Initial Process of Implementing the Rehabilitation of  
Cultural Heritage Buildings***

**Sriwati Purnomo<sup>1</sup>, Juniantoro Suryanto<sup>2</sup>, Ivan Sandi Darma<sup>3</sup>,  
Antonius Ardiyanto<sup>4</sup>**

<sup>1,4</sup>Universitas Katolik Soegijapranata Semarang

<sup>2,3</sup>Institut Teknologi Bandung

\*<sup>1</sup>email: [sriwatipurnomo16@gmail.com](mailto:sriwatipurnomo16@gmail.com), <sup>2</sup>[juniantorosuryanto@gmail.com](mailto:juniantorosuryanto@gmail.com),  
<sup>3</sup>[i\\_sandi\\_darma@yahoo.com](mailto:i_sandi_darma@yahoo.com), <sup>4</sup>[ardiyanto@unika.ac.id](mailto:ardiyanto@unika.ac.id)

**ABSTRAK**

Pasar Johar kota Semarang adalah bangunan cagar budaya bermaterial beton. Terbakar 9 Mei 2015. Kebakaran tersebut merusak elemen non-struktural elemen struktural. Tujuan dari penyelidikan ini adalah melengkapi ketidakterdediaan data struktur sebagai bahan diskusi menentukan proses rehabilitasinya. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Menjabarkan secara detail awal proses penyelidikan struktur pada tahun 2017. Penyelidikan struktur ini kombinasi pengujian yang bersifat merusak dan tidak merusak, untuk menentukan kondisi dan tingkat kerusakan bangunan Pasar Johar. Hasil dari keseluruhan penyelidikan ini akan menentukan keberlanjutan konservasi pasar Johar.

Kata Kunci: Cagar budaya, beton bertulang, investigasi bangunan, uji yang merusak, uji tidak merusak.

**ABSTRACT**

*Johar Market in Semarang is a cultural heritage building made of concrete. Burned May 9, 2015. The fire damaged non-structural elements of structural elements. The purpose of this investigation is to complete the unavailability of structural data as a discussion material to determine the rehabilitation process. This research uses descriptive qualitative method. Describes in detail the initial structure investigation process in 2017. This structural investigation is a combination of destructive and non-destructive tests, to determine the condition and extent of damage to the Johar Market building. The results of this entire investigation will determine the sustainability of the conservation of the Johar market.*

*Keywords: Cultural heritage, reinforced concrete, building investigation, destructive test, non-destructive test.*

**A. PENDAHULUAN**

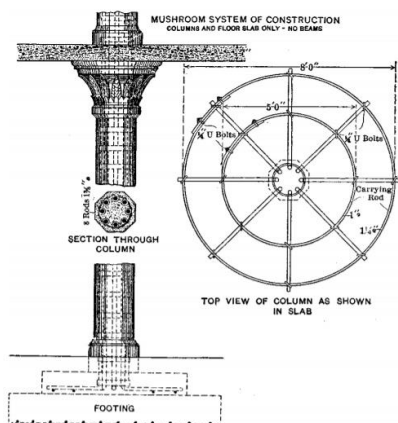
Pasar Johar adalah pasar induk di kota Semarang yang usianya sudah lebih dari 80 tahun dan sudah ditetapkan sebagai Bangunan Cagar Budaya dengan Nomor registrasi

RNCB. 20100108. 02.000305 (<http://cagarbudaya.kemdikbud.go.id/>).

Pasar Johar Semarang diresmikan pada 10 Juni 1939. Oleh arsiteknya Herman Thomas Karsten, dirancang atas wujud kepedulian

terhadap lingkungan, pemenuhan kesejahteraan pedagang kecil dan kehidupan sehari-hari para pedagang pasar tradisional yang memiliki perilaku serta kebiasaannya berdagang di bawah pohon dengan cahaya alami dan menghirup udara alami.

Untuk mencapai ruang interior yang luas, rapi, dan indah, Karsten memilih sistem struktur *flat slab* dengan material beton bertulang awal yang membangkitkan bentuk alami dan memiliki resonansi struktural dengan tumbuhan. Kolom pada bangunan pasar Johar berbentuk dasar segi delapan. Pada bagian atasnya melebar, sehingga bentuknya menyerupai cendawan (Jamur). Bentuk dan sistem struktur tersebut mengadopsi sistem yang telah dipatenkan pada tahun 1905 oleh Claude A.P. Turner (*Gasparini, 2002*).



**Gambar 1.** C.A.P Turner's "Mushroom" flat-slab concept.

(Sumber: Gasparini, 2002, 1246)

Sistem ini memungkinkan untuk membuang sebagian besar kayu atau bambu khas pasar lama, yang menampung serangga dan tikus dan dapat membusuk dalam kondisi basah. "Semua permukaan dapat dicuci secara efektif. Atap beton dapat dengan mudah dikeringkan dari air hujan, dalam beberapa kasus melalui pipa turun di kolom, dan setiap kolom modular dan area pendukung atap dapat diatur ketinggiannya untuk memungkinkan bagian yang tumpang

tindih dengan celah untuk menyediakan pencahayaan alami dan ventilasi. (*Cote et.al, 2017*).



**Gambar 2.** Pasar Johar tahun 1938-1942.  
(Sumber: Koleksi Tropen Museum De Pasar Djohar c.1940 TMnr 60052564)

Seiring dengan berjalannya waktu, pedagang tidak lagi berjualan pada batas lapaknya, ruang kosong yang diperuntukkan bagi sirkulasi pembeli digunakan untuk meletakkan barang dagangannya. Tangga yang seharusnya bukan tempat berjualan menjadi tempat meletakkan barang dagangan. Tidak ada perhatian terhadap kenyamanan, keamanan dan kebersihan pasar Johar.



**Gambar 3.** Sirkulasi pengguna sempit, karena digunakan sebagai tempat berjualan.  
(Sumber: Krisprantono, 2005)

Standar pemenuhan kebutuhan akan penghawaan alami dan pencahayaan alami tidak bisa tercapai. Pedagang memasang alat-alat elektronik secara sembarangan, sehingga

beban listrik berlebih, kabel terpasang dimana-mana tanpa aturan. Sangat berbahaya bagi semua pengguna pasar Johar.

Hal yang ditakutkan pun terjadi, pasar Johar terbakar pada 9 Mei 2015. Diduga berasal dari korsleting listrik salah satu toko yang menjadi penyebab kebakaran tersebut.



**Gambar 4.** Kebakaran 9 Mei 2015.  
(Sumber: <https://jateng.tribunnews.com/2015>)

Pemerintah berupaya mencari solusi akan kondisi bangunan pasar Johar tentunya dengan memperhatikan nilai sejarah, umur serta kerusakan yang telah dialami oleh struktur bangunan. Diawali dengan diskusi dengan seluruh pihak terkait, pemangku kepentingan dan masyarakat yang peduli dengan pelestarian bangunan cagar budaya pasar Johar. Dengan harapan pemanfaatan bangunan pasar Johar yang akan datang, harus memperhatikan batas keandalan bangunan serta nilai penting sejarah bangunan tersebut. Keputusan pemerintah untuk melakukan rehabilitasi bangunan pasar Johar dirasa menjadi langkah yang tepat dan bijak dengan mempertimbangkan nilai sejarah dan teknologi yang berkembang saat ini (<https://regional.kompas.com>).

Kebakaran tersebut secara fisik merusak tidak hanya elemen non-struktural namun juga berdampak pada elemen struktural bangunan. Kerusakan pada elemen struktur tentunya diperburuk oleh deteriorasi yang terjadi selama bangunan tersebut difungsikan baik akibat

beban maupun aksi lingkungan. Proses perbaikan, perkuatan maupun *retrofit* sebuah bangunan cagar budaya tentunya berbeda dengan proses yang sama untuk bangunan umum lainnya. Sebuah proses konservasi yang melibatkan kiprah semua disiplin ilmu. Langkah sabar dan cerdas kolaborasi keilmuan para ahli disemua bidang adalah awalan proses yang tidak bisa dihilangkan.



**Gambar 5.** Kondisi bangunan pasca kebakaran.  
(Sumber: Penulis, 2017)

## B. STUDI PUSTAKA

Konservasi merupakan suatu upaya untuk melestarikan bangunan atau lingkungan, mengatur penggunaan serta arah perkembangannya sesuai dengan kebutuhan saat ini dan masa mendatang sedemikian rupa sehingga makna kulturalnya akan dapat tetap terpelihara. (Sidharta dan Budihardjo, 1989).

Struktural dasar struktur jamur terdiri dari pondasi tunggal, satu kolom dan atap. Bisa menjadi struktur tunggal yang di pabrikan diluar. Cara yang luar biasa untuk menyatukan unit tunggal menjadi satu bangunan. Struktur kantilever vertikal, kantilever adalah balok dengan penyangga hanya pada satu sisi, lebih dari 50% total massa struktur berada di sisi atas. Beberapa arsitek terkenal menggunakan

konstruksi ini. *Mushroom Structures*. (Lara Slivnik, 2018).

Memberikan gambaran komprehensif tentang teknik yang terlibat dalam pengujian beton dalam struktur, Pengujian Beton dalam Struktur membahas teknik yang sudah ada dan metode baru, menunjukkan potensi untuk pengembangan di masa depan, dan mendokumentasikannya dengan contoh ilustratif. Topik telah diperluas di mana kemajuan signifikan telah terjadi di lapangan, misalnya penilaian integritas, radar bawah permukaan, penilaian korosi dan tes respons dinamis lokal. Tren baru dalam peralatan dan prosedur, seperti kelanjutan dari langkah umum untuk mengotomatisasi metode pengujian dan perkembangan teknologi digital dan semakin pentingnya pemantauan kinerja, dan mencakup referensi standar yang baru dan diperbarui. (Bungey, et.al, 2018).

Secara umum, semakin tinggi angka pantul pada suatu permukaan beton yang didapat melalui *rebound hammer test* menggambarkan tingginya kekerasan atau kepadatan permukaan beton. Hal ini dapat mengindikasikan kualitas permukaan beton dan juga dapat juga digunakan sebagai penilaian kualitas selimut beton (Brencich et.al, 2020, Bungey, et.al, 2006, Malhotra and Carino, 2003, Malhotra, 1976).

### C. METODE PENELITIAN

Penyelidikan struktur pasar Johar dilakukan pasca kebakaran tahun 2017, sebelum pelaksanaan rehabilitasi bangunan dimulai. Pada bangunan cagar budaya yang umur bangunannya sudah sangat tua, diduga mempunyai struktur yang berbeda dari sistem struktur terbaru saat tahun 2017 yang di syaratkan oleh regulasi terbaru saat itu.

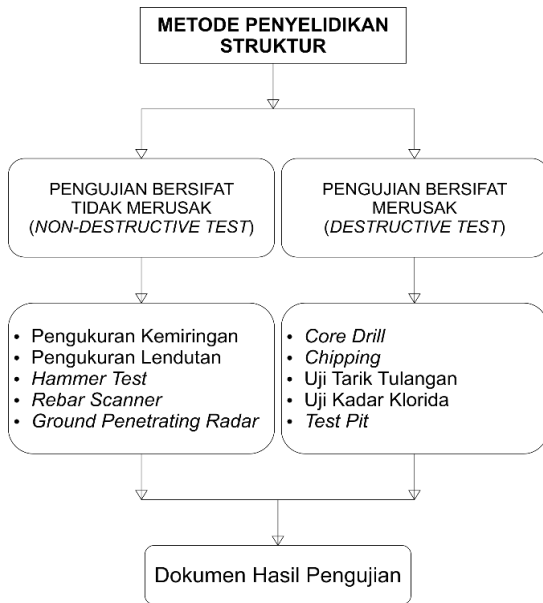
Penulisan jurnal ini menggunakan metode penulisan kualitatif deskriptif, menjelaskan secara detail penyelidikan struktur yang dilakukan pada tahun 2017.

### D. HASIL PENELITIAN

Pada proses penyelidikan struktur pasar Johar dilakukan pada elemen pondasi, kolom, plat lantai mezanin dan plat atap. Seluruh penyelidikan dilakukan dengan peralatan modern yang sangat teliti.

#### D.1. METODE PENYELIDIKAN STRUKTUR

Hal yang harus diingat khususnya sebuah bangunan cagar budaya adalah ketidaktersediaan informasi terkait bangunan itu sendiri terlebih bangunan tersebut bukan sebagai bangunan museum yang umumnya dilakukan perawatan secara rutin. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian pada Bangunan Cagar Budaya Pasar Johar Semarang, Jawa Tengah tidak hanya ditujukan untuk mengetahui jenis material dan tingkat kerusakannya namun juga pada aspek dimensi dan geometri. Penyelidikan struktur secara menyeluruh yang mengkombinasikan teknik pengujian yang bersifat merusak (*destructive test*) dan tidak merusak (*non-destructive test*) digunakan untuk mengetahui kondisi dan tingkat kerusakan bangunan (Bungey, et.al, 2006).



**Gambar 6.**  
Flowchart Metode Penyelidikan Struktur  
bangunan cagar budaya pasca terbakar.  
(Sumber: Penulis, 2017)

## D.2. JENIS PENGUJIAN

Pada pembahasan ini akan dijelaskan pengujian yang langsung pada elemen pondasi, plat lantai dan kolom.

**Tabel 1.** Jenis Pengujian dan alat yang digunakan.

NO	JENIS PENGUJIAN	ALAT
1	Hammer Test	Schmidt Hammer
2	Rebar Scan	Cover meter
3	Core Drill	Core Drill
4	Chipping	Jack hammer
		General
5	Uji tarik tulangan	testing machine
6	Uji kadar klorida	Larutan Hg 2+

### D.2.1. HAMMER TEST

*Hammer test* adalah pengujian kualitas (permukaan) dan keseragaman material beton di elemen struktur. berdasarkan SNI 03-4430-1997 “Metoda pengujian elemen struktur beton dengan alat palu beton tipe N dan NR”

Metoda pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban impak (tumbukan) pada

permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan memberikan suatu besaran energi yang telah ditentukan. Nilai pantul (*rebound number*) yang timbul setelah terjadi tumbukan dengan permukaan beton benda uji menggambarkan kekerasan atau kepadatan permukaan beton yang diuji. Kekerasan atau kepadatan permukaan beton yang didapat melalui *rebound hammer test* dapat digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kualitas permukaan beton (Bungey, et.al, 2006).

Secara umum, semakin tinggi angka pantul pada suatu permukaan beton yang didapat melalui *rebound hammer test* menggambarkan tingginya kekerasan atau kepadatan permukaan beton. Hal ini dapat mengindikasikan kualitas permukaan beton dan juga dapat juga digunakan sebagai penilaian kualitas selimut beton (Brencich et.al, 2020, Bungey, et.al, 2006, Malhotra and Carino, 2003, Malhotra, 1976).

**Tabel 2.** Korelasi angka pantul terhadap kualitas permukaan beton.

Angka pantul	Kualitas Beton
>40	Sangat baik
30 - 40	Baik
20 - 30	Cukup
<20	Buruk

Sumber: Brencich et.al, 2020, Bungey, et.al, 2006, Malhotra and Carino, 2003, Malhotra, 1976

Jenis hammer yang dipakai untuk mengevaluasi kualitas beton di bangunan pasar johar adalah jenis *Schmidt hammer*. Alat ini sangat berguna untuk mengetahui keseragaman material beton pada struktur. Karena kesederhanaannya, pengujian dengan menggunakan alat ini dapat dilakukan dengan cepat, sehingga dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang singkat.



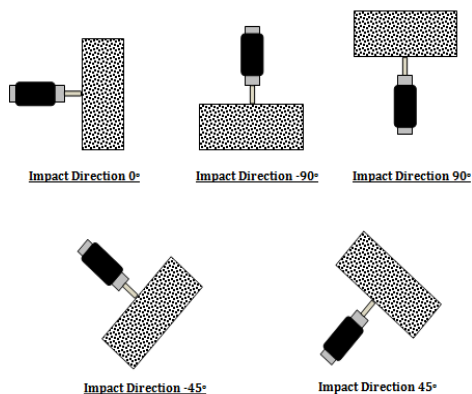


**Gambar 7.**

Alat untuk *hammer test* @Proceq  
(Sumber: <https://teknologisurvey.com/>)

Alat ini sangat peka terhadap variasi yang ada pada permukaan beton, misalnya keberadaan partikel batu pada bagian-bagian tertentu dekat permukaan (Bungey, et.al, 2006). Oleh karena itu, diperlukan pengambilan beberapa kali pembacaan di sekitar lokasi pengukuran, yang hasilnya kemudian dirata-ratakan. Untuk mendapatkan data yang baik, dilakukan pengambilan antara 9 sampai 25 kali pembacaan untuk setiap daerah pengujian seluas maksimum 300 mm<sup>2</sup>, jarak antara dua lokasi pengukuran tidak boleh kurang dari 20 mm (SNI 03-4430-1997).

Nilai angka pantul *rebound hammer test* tergantung pada posisi atau arah penempatan alat *hammer* pada permukaan elemen struktur. Pada pelaksanaan terdapat lima cara penempatan alat *hammer* dalam pengambilan data pantulan.



**Gambar 8.**

Arah penempatan alat *hammer*.  
(Sumber: Malhotra, 1976)

Pengujian *hammer test* di bangunan pasar Johar dilakukan pada elemen struktur kolom dan pelat. Arah tembakan *hammer* untuk kolom adalah 0 derajat sedangkan untuk pelat adalah 90 derajat.



**Gambar 9.** Pengujian *hammer test*, a) struktur kolom, b) struktur pelat.  
(Sumber: Penulis, 2017)

Hasil pengujian *hammer test* dapat digunakan untuk memprediksi kuat tekan beton secara kualitatif ataupun secara kuantitatif. Patil et.al (2015) mengkorelasikan nilai angka pantul yang didapat melalui pengujian *Schmidt hammer* dapat digunakan untuk menjustifikasi kualitas selimut dan selimut beton.

#### D.2.2. REBAR SCAN

Pengujian *Rebar Scan* adalah pengujian untuk mengetahui posisi tulangan dan ketebalan selimut beton. Sehubungan dengan hal tersebut konfigurasi tulangan seperti jarak antar tulangan dan besar diameter tulangan dapat diprediksi. Penggunaan rebar scanner telah banyak diterapkan di beberapa dalam kegiatan investigasi bangunan (Allidred, 1995; Utsi and Utsi, 2004; Mazumder and Ansary, 2012; Cikrle et.al, 2018)

Teknologi yang digunakan adalah *the pulse-induction method*, dimana metoda ini didasarkan pada induksi gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi baja

tulangan. *Coil* pada *probe* secara periodik dibebani arus gelombang sehingga menghasilkan medan magnet. Pada permukaan bahan yang konduktif akan menginduksi medan magnet dalam arah yang berlawanan. Perubahan yang dihasilkan dalam tegangan ini yang digunakan untuk pengukuran. Baja tulangan yang lebih dekat dengan *probe* atau ukuran yang lebih besar akan menghasilkan medan magnet yang kuat (Bungey, et.al, 2006).

Pemrosesan sinyal selain membantu melokalisasi pembacaan baja tulangan, juga dapat menentukan tebal selimut beton dan mengestimasi diameter tulangan. Metoda ini tidak dipengaruhi oleh bahan non konduktif seperti beton, kayu, plastik, batu bata, dll. Namun setiap jenis bahan konduktif dalam medan magnet akan memiliki pengaruh pada hasil pengukuran.

Cover meter atau Rebar scanner yang digunakan dalam kegiatan investigasi bangunan pasar Johar yakni rebar scan ZBL R-800.



**Gambar 10.** *Rebar scan @ZBL R-800*  
(Sumber: <https://www.zbltest.com>)

Spesifikasi rebar scanner ZBL R-800, mampu mendeteksi tulangan dari diameter 6 mm hingga 50 mm. Kedalaman tulangan yang mampu di deteksi adalah hingga 196 mm untuk tulangan dengan diameter 50 mm.

**Tabel 3.**

Spesifikasi rebar scanner ZBL R-800.

Rentang diameter tulangan		6 mm s/d 50 mm	
Kedalaman selimut beton		Rentang pertama	Rentang kedua
		3 ~ 98	3 ~ 196
Error maksimum untuk kedalaman selimut beton	± 1 mm	6 ~ 56	3 ~ 77
	± 2 mm	58 ~ 69	80 ~ 118
	± 3 mm	70 ~ 98	120 ~ 196

Sumber: Laporan investigasi, 2017

Hal yang perlu diperhatikan pada alat ini adalah *error* prediksi selimut beton akan semakin besar jika diameter tulangan semakin kecil dan posisi tulangan semakin dalam dari permukaan beton atau selimut beton semakin besar. Namun dengan memperhatikan bahwa selimut beton yang terpasang baik pada struktur kolom dan pelat adalah relatif kecil yakni 20 hingga 35 mm maka berdasarkan spesifikasi tersebut keandalan alat ini adalah baik.

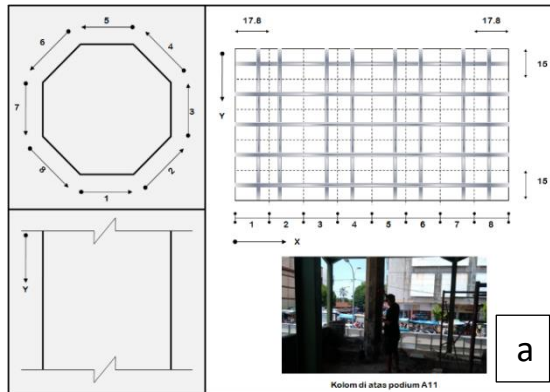
Pelaksanaan *rebar scan* di struktur kolom dan pelat bangunan pasar Johar. Untuk struktur kolom, pemindaian dilakukan pada kedua arah yakni lateral searah keliling penampang kolom dan vertikal ke atas dan bawah. Pemindaian arah lateral ditujukan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah tulangan longitudinal kolom. Sedangkan untuk arah vertikal bertujuan untuk mengukur jarak antar tulangan sengkang.

Pada struktur pelat, proses pemindaian juga dilakukan pada kedua arah yakni utara-selatan dan barat-timur di permukaan pelat. Hal ini tentunya bertujuan untuk mengetahui jarak tulangan pelat di kedua arah.

Hasil pemindaian dengan menggunakan *rebar scan* disajikan dalam bentuk gambar penampang elemen stuktur yang berisi perkiraan konfigurasi tulangan diantaranya jumlah tulangan dan kedalaman selimut beton. Sebagai gambaran, struktur kolom terdapat 8 tulangan longitudinal yang tersebar merata di

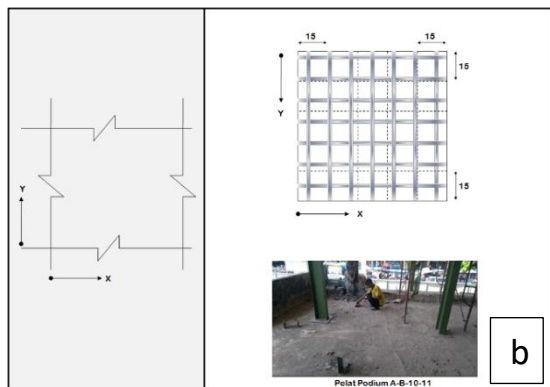
kedelapan sisi penampang. Sedangkan tulangan geser berjarak 150 mm.

Selanjutnya untuk struktur pelat diketahui menggunakan sistem tulangan dua lapis (atas dan bawah) dimana pada masing-masing lapisan tulangan terpasang di kedua arah.



**Gambar 11.**

Pengujian rebar scan pada struktur kolom.  
(Sumber: Laporan Investigasi, 2017)



**Gambar 12.**

Pengujian rebar scan pada struktur pelat.  
(Sumber: Laporan Investigasi, 2017)

### D.2.3. PENGAMBILAN SAMPEL BETON INTI

Pelaksanaan pengambilan beton inti bertujuan untuk mendapatkan sampel beton eksisting dari suatu elemen struktur bangunan. Peralatan untuk mendapatkan beton ini adalah Coring Machine HILTI.



**Gambar 13.**

*Coring Machine (HILTI)*  
(Sumber: <https://www.hilti.co.id/>)

Ukuran sampel beton inti yang didapatkan melalui metoda core drill terdiri dari berbagai jenis ukuran bergantung pada ukuran *core bit* yang digunakan. Ukuran *core bit* yang umumnya digunakan untuk mendapatkan sampel beton inti adalah 3 in dan 4 in dan terkadang dapat juga menggunakan *core bit* dengan ukuran yang lebih besar maupun lebih kecil dari ukuran yang telah disebutkan. Pemilihan ukuran *core bit* ini pada dasarnya bergantung pada ukuran elemen struktur dan ukuran agregat yang digunakan. Penggunaan *core bit* dengan ukuran yang cukup besar relatif terhadap ukuran elemen struktur dikhawatirkan dapat memberikan kerusakan yang cukup berdampak pada kapasitas elemen struktur tersebut. Selain itu juga terdapat potensi resiko kerusakan lainnya seperti terputusnya tulangan pada elemen struktur tersebut pada saat proses pengambilan beton inti.

Penggunaan ukuran *core bit* yang terlalu kecil relatif terhadap ukuran agregat juga dikhawatirkan tidak merepresentasikan kondisi beton sebenarnya karena besar kemungkinan beton inti yang didapat didominasi oleh agregat dengan ukuran yang relatif besar. Pelaksanaan pengambilan sampel beton inti pada suatu elemen struktur didasarkan oleh peraturan yang tertera pada SNI 03-2492-2002 "Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti".



Sampel beton inti yang telah di ekstrak pada masing-masing elemen struktur digunakan dapat untuk mempelajari kondisi dan kualitas material beton eksisting yang terpasang di suatu bangunan seperti yang dijelaskan oleh Ong and Nandakumar (1999).

Pelaksanaan pengambilan sampel beton inti dilakukan pada seluruh elemen struktur pada bangunan pasar Johar, yakni pondasi, kolom dan pelat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas material beton eksisting baik setelah terbakar seperti kolom dan pelat maupun yang selalu bersentuhan dengan air dan tanah seperti pondasi.



**Gambar 14.** Pelaksanaan *core drill*, a) Pondasi, b) Kolom, c) Pelat lantai.  
(Sumber: Penulis, 2017)



**Gambar 15.** Sampel beton inti.  
(Sumber: Penulis, 2017)

Terdapat dua kendala utama yang dihadapi pada saat pelaksanaan *core drill*, *pertama* kualitas material beton yang saat tidak baik (agregat mudah terlepas dari ikatan mortar) yang menyebabkan sampel tidak dapat dikatakan layak untuk diuji sehingga perlu dilakukan pengambilan sampel beton inti kembali di lokasi berbeda pada suatu elemen struktur yang sama sehingga pastinya akan memberikan kerusakan tambahan bagi elemen struktur tersebut.

Yang *kedua* adalah adanya kenyataan bahwa terdapat saluran air di tengah penampang di beberapa penampang kolom sehingga terkadang didapat sampel beton inti dengan panjang sampel tidak memenuhi persyaratan untuk diuji, dalam hal ini kurang dari satu kali nilai diameter ( $h < D$ )

Dari sampel beton tersebut selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan yang bertujuan untuk mendapatkan kuat tekan aktual dari struktur bangunan eksisting. Pelaksanaan uji tekan sampel beton inti dilakukan berdasarkan SNI 03-3403-1994 " *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran*".

Nilai kuat tekan rata-rata untuk masing-masing elemen struktur pada kolom, pelat dan pondasi secara berurutan adalah 5.32 MPa, 9.10 MPa dan 14.9 MPa. Nilai tersebut cukup relevan dengan mempertimbangan usia serta paparan suhu tinggi yang terjadi pada struktur bangunan tersebut.

#### **D.2.4. CHIPPING (KUPAS SELIMUT BETON)**

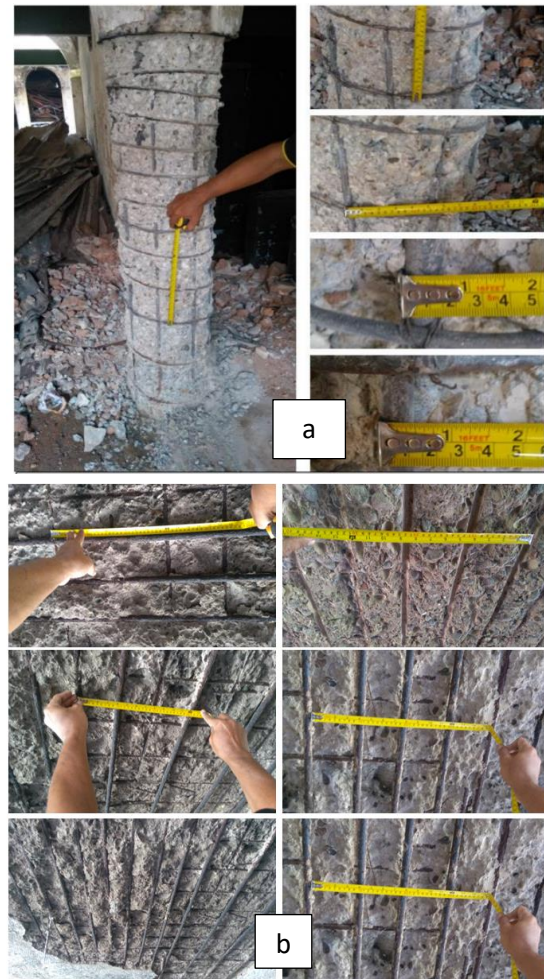
Pekerjaan *chipping* atau pengupasan selimut beton pada bangunan pasar Johar bertujuan untuk mengetahui diameter serta kondisi tulangan khususnya setelah paparan temperatur tinggi. Selain itu *chipping* juga dapat difungsikan untuk memverifikasi

ketebalan selimut beton yang didapat melalui pengujian *rebar scan*.

Dengan mempertimbangkan kondisi bahwa material beton di elemen struktur bangunan Johar umumnya mengalami kerusakan akibat paparan temperatur tinggi maka metoda *chipping* yang diaplikasikan menggunakan alat bantu berupa palu dan pahat. Namun pada kasus dimana beton dalam kondisi baik maka alat berupa *jack hammer* dapat digunakan. Berdasarkan penjelasan tersebut, metoda yang digunakan untuk suatu pekerjaan *chipping* tentunya disesuaikan oleh kondisi material beton, posisi elemen struktur serta kedalaman posisi tulangan.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, pelaksanaan pekerjaan *chipping* di bangunan pasar Johar hanya dilakukan pada elemen struktur kolom dan pelat. *Chipping* tidak dilakukan pada pondasi dengan pertimbangan keamanan struktur dan aspek lingkungan yang terjadi jika selimut beton dikupas. Perlu diingat bahwa pondasi pasar Johar selalu bersentuhan dengan air dan tanah sehingga resiko korosi akan sangat besar terutama pada kondisi tanpa perlindungan selimut beton.

Hasil pekerjaan *chipping* elemen struktur pasar Johar pada gambar berikut dapat dilihat tebal selimut beton, diameter dan tipe tulangan, jarak aktual tulangan, kondisi tulangan serta detail tulangan lainnya seperti pemutusan tulangan, sambungan lewatan baik pada struktur kolom maupun pelat.



**Gambar 16.** Pelaksanaan *chipping*, a) Kolom, b) Pelat lantai.  
(Sumber: Penulis, 2017)

#### D.2.5. UJI TARIK BAJA TULANGAN

Pelaksanaan uji tarik tulangan yang terpasang di elemen struktur pasar johar bertujuan untuk mengetahui propertis mekanik tulangan seperti kuat leleh dan kuat tarik. Data-data tersebut sangat diperlukan dalam melakukan analisis kekuatan struktur bangunan eksisting sehingga dari analisis tersebut desain perkuatan dan retrofit dapat ditentukan.

Proses pengambilan sampel tulangan dilakukan setelah pekerjaan *chipping* selesai dilakukan, sehingga jenis tulangan yang diekstrak dari elemen-elemen struktur dapat mewakili seluruh jenis tulangan yang

terpasang di bangunan pasar Johar seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Sampel tulangan yang diekstrak dari struktur kolom dan pelat. Namun dengan memperhatikan bahwa sampel-sampel tulangan banyak terdapat mortar dan juga produk korosi yang melekat pada permukaan tulangan maka persiapan perlu dilakukan sebelum pelaksanaan uji tarik. Pekerjaan persiapan meliputi pembersihan hingga pengukuran diameter tulangan.



**Gambar 17.** Sampel tulangan untuk uji tarik  
(Sumber: Penulis, 2017)

#### D.2.6. UJI KANDUNGAN KLORIDA

Pengujian kandungan klorida bertujuan untuk mengetahui penetrasi ion klorida pada elemen struktur khususnya pada struktur kolom. Keberadaan ion klorida di dalam material beton bertulang berdampak negatif terhadap durabilitas tulangan baja di dalam beton. Ion klorida mampu merusak lapisan *passive layer* dipermukaan tulangan yang berfungsi melindungi tulangan dari korosi (Elfström, 1980; Ahmad, 2006; Rosas et.al, 2014).

Tendensi keberadaan ion klorida pada material beton di bangunan pasar Johar dimungkinkan oleh adanya kerawanan dan fenomena banjir rob di kota Semarang

(<https://disaster.geo.ugm.ac.id>, <https://www.merdeka.com>, <https://regional.kompas.com>).

Seperti yang diketahui bahwa banjir rob merupakan fenomena banjir yang diakibatkan oleh meluapnya air laut hingga menggenangi daratan. Air laut memiliki kandungan klorida yang tinggi baik dalam bentuk garam atau pun ion bebas. Sehingga pada saat banjir terjadi, air yang mengandung klorida akan mengkontaminasi struktur bangunan.

Terdapat 3 mekanisme masuknya klorida kedalam beton diantaranya serapan, permeabilitas dan difusi. Dengan mempertimbangkan bahwa sumber klorida berasal dari banjir rob (air laut) maka mekanisme yang sesuai adalah serapan dan permeabilitas.

Pengukuran kadar ion klorida pada material beton diawali dengan pengambilan beton inti dengan kedalaman tertentu (umumnya hingga pada kedalaman selimut tulangan). Selanjutnya, proses *grinding* pada setiap kedalaman 1 atau 2 cm dilakukan untuk mendapatkan bubuk beton. Yang kemudian akan diuji dengan proses kimiawi.



**Gambar 18.** Sampel serbuk beton untuk uji ion klorida.

(Sumber: Penulis, 2017)

#### KESIMPULAN

Hasil dari beberapa pengujian yang dilakukan menjadi bahan diskusi yang menarik



perhatian dari beberapa pihak dan disiplin ilmu. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di berbagai disiplin ilmu berhasil diterapkan dalam melakukan investigasi dan penyelidikan bangunan cagar budaya khususnya setelah bangunan tersebut terbakar.

Diskusi panjang membutuhkan kehati-hatian, kecermatan, kesabaran dan ketelitian dalam mengambil keputusan yang diharapkan tetap menjaga kelestarian dan tidak melemahkan kondisi bangunan cagar budaya. Hal yang tidak kalah penting adalah mematuhi regulasi yang berlaku di Indonesia. Keselamatan pengguna menjadi tujuan utama, dengan tidak meninggalkan nilai-nilai penting pelestarian pasar Johar Semarang.

Kerja sama dunia industri dan pendidikan juga diperlukan khususnya dalam pelaksanaan uji laboratorium. Laboratorium yang independen dan telah terakreditasi menjadi syarat mutlak dalam mengevaluasi sampel uji sehingga hasil yang diperoleh dapat diterima dengan baik oleh semua pihak.

Dari hasil uji sampel inilah pada akhirnya disepakati pasar Johar layak untuk di rehabilitasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Mushroom Structures*, Lara Slivnik, tahun 2018.
- 4-way reinforcement layout by C.A.P. Turner with 'single reinforced zones' (grey) and the 'lines of weakest section' (Turner 1909).*
- Resilient design in the conservation of Johar market heritage building to cite this article: Totok Roesmanto 2017 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 99 012008*
- Laporan Investigasi Struktur PT. LAPI Ganeshatama Consulting Institut Teknologi Bandung.
- Perkembangan Penggunaan Beton Bertulang Di Indonesia Pada Masa Kolonial (1901-1942), Berkala Arkeologi Volume 39 No. 2, November 2019, 201-220.
- UU 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya.
- Peraturan Menteri PUPR Nomor 01/PRT/M/2015, Tentang Bangunan Cagar Budaya yang Dilestarikan.
- Peraturan Menteri PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Bangunan Gedung Negara.
- Ahmad, Z., *Concrete Corrosion, Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control, Chapter 12*, 2006.
- Allidred, J. *Improvement to the orthogonal method for determining reinforcing bar diameter using a cover meter. In Proceedings of the Sixth International Conference on Structural Faults and Repair, London, UK, 3-5 July 1995; pp. 11-15.*
- ASTM D2113, *Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Exploration*, 2015.
- Brencich, A., Bovolenta, R., Ghigi, V., Pera, D., Redaelli, P., *Rebound Hammer Test: An Investigation into Its Reliability in Applications on Concrete Structures, Advances in Material Science and Engineering, Volume 2020*, 2020.
- Bungey, J.H., Millard, S.G., Grantham, M.G., *Testing of Concrete in Structures*, Taylor & Francis, 2006.
- Cikrle, P; Anton, O; Kinclova, A; Kocab, D., *Determining reinforcement coverage using an electromagnetic rebar detector. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 385, 2018.

- Clarke, F. E., *Indicator for Chloride Titrations. United States Patent Office*, 1957.
- Cote, J., O'Neill, H., Van Roosmalen, P.K.M., Jessup, H.I., *The Life and Work of Thomas Karsten*, Publisher Architectura & Natura, 2017.
- Gasparini, D.A., *Contributions of C. A. P. Turner to Development of Reinforced Concrete Flat Slabs 1905–1909*, *Journal of Structural Engineering*, Volume 128 Issue 10, (2002).
- Malhotra V.M., *Testing Hardened Concrete. Non-destructive Methods*, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, USA, 1976.
- Malhotra, V.M., and Carino, N. J., *Handbook on Non-Destructive Testing of Concrete*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2nd edition, 2003.
- Mazumder, R.K., Ansary, M.A., *Application of Non-Destructive Testing Techniques for Structural Condition Assessment in Bangladesh*, *Proceeding of 1<sup>st</sup> International Conference on Advances in Civil Engineering*, Bangladesh, 2012.
- Ong, K.C.G., Nandakumar, N., *Assessment and Interpretation of In-Situ Strength of Concrete, Durability of Building Materials and Components* 8, 1999.
- Patil, H., Khairnar, D., Thube, R., *Comparative Study of Effect of Curing on Compressive Strength of Concrete by Using NDT & DT*, *JSSART*, Volume 1 (6), 2015
- Reynolds, J.M., *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Wiley, 1997.
- Rosas, O., Maya-Visuet, E., Castenada, H., *Effect of chloride ions on the electrochemical performance of LDX 2003 alloy in concrete and simulated concrete-pore solutions*, *Journal of Applied Electrochemistry*, Vol. 44, 2014.
- SNI 03-2492-2002, *Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti*, Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- SNI 03-3403-1994, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran*, Badan Standarisasi Nasional, 1994.